



SORGO AZUCARERO PARA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

María Hernando · Marina Sanz · M^a Dolores Curt

INTRODUCCIÓN

El nombre de 'sorgo' se aplica a un amplio rango de genotipos que botánicamente pertenecen, en su mayoría, a la especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench de la familia de las Gramíneas (Poaceae). Con la denominación de 'sorgo' se reconocen 5 tipos de variedades; cuando no se especifica el grupo de sorgos de que se trata, lo usual es que se sobrentienda que se trata de sorgo grano. Dadas las grandes diferencias que hay entre los distintos sorgos, es recomendable utilizar denominaciones que no den lugar a confusión, y en consecuencia, especificar el tipo de sorgo de que se trata:

* Sorgo grano: Como su nombre indica se cultiva por su grano. Es el 4º cereal más importante a nivel mundial después del trigo, arroz y maíz. Es un cereal de gran valor energético y alimenticio; y sus variedades suelen ser de pequeño tamaño, unos 50-80 cm de altura. A nivel mundial, es el tipo agronómico de sorgo con mayor distribución.

* Sorgo azucarero: Variedades muy productivas de tallos altos, gruesos, que acumulan gran cantidad de azúcares (principalmente sacarosa) fácilmente fermen-

tables a etanol. Se recomienda utilizar la denominación de 'sorgo azucarero' (en vez de 'sorgo') para aquellos cultivares que, a semejanza de la caña de azúcar, acumulan en el tallo azúcares fácilmente fermentables, y que por tanto, son de interés para la producción de bioetanol.

* Sorgo forrajero: Esta variedad se cultiva por el valor forrajero de su biomasa, rica en proteínas y fibra; tiene un desarrollo muy rápido, produce numerosas hojas, y muestra una alta capacidad de rebrote tras el corte.

* Sorgo fibra: Son variedades que desarrollan tallos altos, no muy gruesos pero sí muy ricos en celulosa y hemicelulosa y suelen dar altos rendimientos en biomasa.

* Sorgo de escoba: Son variedades que se cultivan por sus panículas, con ramas muy largas y elásticas, y que en algunos países de Europa se utilizan localmente para la confección de escobas. Son variedades muy minoritarias.

Todos los sorgos comparten algunas características fisiológicas, como la sensibilidad al fotoperiodo y a la temperatura y la alta eficiencia fotosintética (en condiciones adecuadas), características morfológicas, el gran tamaño de la planta y el origen tropical.

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) tiene disponible en su página web (<http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/consulta.asp>) una Hoja Divulgadora sobre sorgo grano (HD Núm. 7/82). También

están disponibles otras Hojas Divulgadoras sobre sorgo híbrido (HD Núm. 23-24/1962) y sobre sorgos forrajeros y pasto del Sudán (HD Núm. 24/1966). También el MAGRAMA tiene en prensa una Hoja Divulgadora sobre el cultivo energético del sorgo que se espera que sea publicada en los próximos meses.

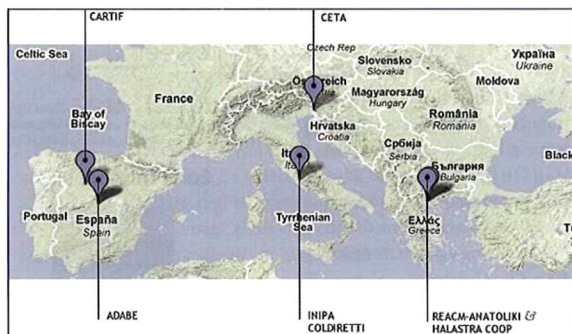
EL SORGO AZUCARERO

El cultivo del sorgo para fines energéticos se refiere generalmente a cultivares de aptitud azucarera (sorgo azucarero o sorgo dulce) destinadas a la producción de bioetanol, pero también a cultivares de alto rendimiento en biomasa para usos térmicos (sorgo biomasa). El sorgo grano, al igual que otros cereales amiláceos, también podría utilizarse para la producción de bioetanol. Sin embargo, esa opción no se contempla en España por no ser competitiva frente al trigo o la cebada.

El sorgo azucarero es una planta herbácea, generalmente anual, posee capacidad de ahijamiento por lo que bajo determinadas condiciones climáticas y de cultivo y con ciertas características varietales, pueda sobrevivir más de un año. Sus tallos son robustos -el diámetro basal puede llegar a 5 cm de diámetro- y están formados por un número variable y alterno de nudos y entrenudos. La altura puede variar entre 0,5 a 5 m de altura; en condiciones hídricas no limitantes, las variedades estrictamente azucareras suelen tener de 2 a 3 m de altura y son generalmente mucho más altas que las variedades de sorgo grano.

Las hojas son alternas, y se disponen dísticamente a lo largo del tallo. El número de hojas que finalmente tiene un tallo varía en función de su grado de desarrollo -normalmente hay 1 hoja por nudo- y de la variedad; puede variar entre 7 y 24 hojas por tallo principal.

La inflorescencia es una panícula que se desarrolla en el extremo del tallo; en la mayoría de las variedades es terminal. Tiene una longitud variable, que cuando está bien desarrollada, incluyendo el pedúnculo puede alcanzar unos 30-60 cm. (Figura 1)



El sistema radicular de la planta adulta es adventicio, con raíces fibrosas que se ramifican, y que pueden extenderse aproximadamente 1,5 m. Además, la planta desarrolla raíces de sostén en los nudos inferiores del tallo, de modo similar a como sucede en el maíz.

Las primeras experiencias del cultivo del sorgo azucarero para fines energéticos en España datan del inicio de la década de 1980, en dos centros de investigación: en Churriana (Málaga), -en el antiguo CRIDA 10 del INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias)- y en Madrid -en la E.T.S. Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid-. Desde entonces, se han realizado numerosas contribuciones científicas y se han desarrollado nuevas variedades comerciales, como son las variedades biomasa y las de doble aptitud, azucarera y biomasa. Actualmente existe un creciente interés por el cultivo del sorgo para la producción de bioetanol a partir de cultivares azucareros así como también para la producción de biomasa para usos térmicos, a partir de sorgos fibra o sorgos biomasa. Es destacable

el hecho de que, en los últimos años en España, el cultivo energético del sorgo se ha estudiado en diferentes proyectos nacionales, como el proyecto 'Profit' de acrónimo AGROBIHOL –con los años este proyecto conformó un subproyecto específico de un proyecto singular estratégico (PSE-On Cultivos)-, el proyecto nacional del 'PlanE' SORGOSWEET y el proyecto europeo del programa IEE, SWEETHANOL.

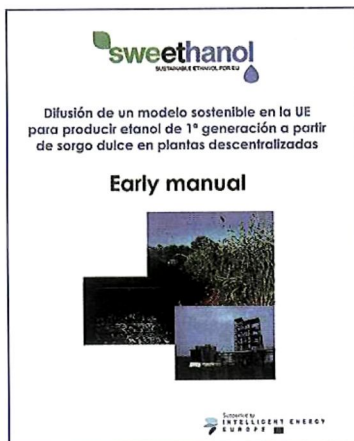
PROYECTO SWEETHANOL

El proyecto SWEETHANOL está cofinanciado por el programa Intelligent Energy Europe (IEE) de la Comisión Europea y está formado por seis socios de: Italia, España y Grecia. Por parte de Italia participan en el proyecto el Centro de Ecología Teórica y Aplicada, (CETA) que participa como coordinador del Proyecto e INIPA-COLDIRETTI; en España participan la Fundación CARTIF y la Asociación para la Difusión del Aprovechamiento de la Biomasa en España (ADABE) y en Grecia participan la Agencia de Desarrollo del Este de Thessaloniki / Agencia Energética Regional del Centro de Macedonia (REACM-ANATOLIKI) y la Cooperativa Agrícola de Halastra. (Figura 2)

El principal objetivo del proyecto SWEETHANOL, que comenzó en Mayo de 2010 y tiene previsto finalizar en Agosto de 2012, es la difusión de un modelo sostenible en la Unión Europea para la producción de bioetanol como biocombustible de 1ª generación en plantas descentralizadas empleando como materia prima el cultivo del sorgo dulce.

Dentro de las Actividades del proyecto se han llevado a cabo varios viajes internacionales, a India, Perú y España, con el fin de estudiar la tecnología implantada y profundizar en el aprendizaje sobre las técnicas de cultivo de sorgo dulce así como conocer sus casos de éxito en otros países.

En España se han realizado varios Talleres Nacionales en Madrid y Valladolid en los que se contó con la participación de Investigadores, Inversores y Representantes de IDAE. Los talleres tenían como objetivo la definición de las posibles soluciones y alternativas a la situación de la producción de bioetanol en España, utilizando



una materia prima alternativa (el sorgo dulce). En cada taller se mostraron los problemas y soluciones desde diferentes puntos de vista, tales como la producción agrícola, la producción industrial de bioetanol, la viabilidad económica, la logística de distribución o la promoción de Administración y Gobierno.

Se han realizado diferentes jornadas divulgativas y cursos de formación a agricultores, empresas de semillas, productores de biocarburantes, autoridades públicas, agencias de energía y potenciales inversores. La mayor parte de los cursos han sido dirigidos a agricultores y en ellos se han dado a conocer las Estrategias Nacionales y Políticas de promoción del bioetanol, el sorgo dulce como cultivo energético para la producción de bioetanol, sus técnicas de cultivo, rendimientos, costes de producción e ingresos para los agricultores, pros y contras. También se han tratado diversos aspectos del procesamiento del sorgo dulce, la conservación de azúcares, la producción de bioetanol, así como la Certificación de sostenibilidad para biocombustibles según la Directiva de Energías Renovables. Se han realizado cursos en diferentes localidades de Puelblonuevo de Miramontes (Cáceres), Mérida (Badajoz), Valladolid, Plasencia (Cáceres), Don Benito (Badajoz), Benavente (Zamora), Guadajira (Badajoz), Palencia, Caspe (Zaragoza), Escatrón (Zaragoza), Sallillas (Huesca), Robres (Huesca), Huelva, Mengíbar (Jaén), Endrinal (Salamanca), Tabernas (Almería), Pedrosillo de los Aires (Salamanca), Lepe (Huelva), Gerona, Lleida y Olmedo (Valladolid).

También se han elaborado cuatro Manuales de divulgación dentro del Proyecto Sweethanol, que están disponibles en inglés (idioma original de los Ma-

nuales) y versionados a español, italiano y griego:

- Manual Inicial (Early Manual): Recoge información sobre el sorgo dulce como cultivo energético y el procesado a bioetanol.

- Manual Técnico: Detalla pautas generales para la utilización del sorgo dulce como cultivo energético y dos modelos de cadena de suministro de una planta de producción de bioetanol descentralizada.

- Manual Administrativo: Destinado a facilitar información a empresarios de Italia, Grecia y España, poniendo especial atención en la legislación nacional de cada país

- Manual Intersectorial: Destinado a integrar los datos sobre la cadena de producción de bioetanol a partir del sorgo dulce. Sus contenidos son la base para implementar estudios de viabilidad y para poner en marcha nuevos proyectos en el sector bioenergético usando sorgo dulce. (Figura 3)

Tanto los Manuales como la información obtenida de los Talleres Nacionales está disponible en la página web del proyecto: www.sweethanol.eu así como en la Comunidad On Line del proyecto <http://esse-community.eu> en la que participan agricultores, representantes de empresas de semillas, productores de biocarburantes, PYMES, potenciales inversores, centros de investigación, universidades, ONGs así como cualquier persona interesada en la producción de bioetanol a partir de sorgo dulce.

La Comunidad On Line (<http://esse-community.eu>) es un servicio que pone en contacto a profesionales, expertos, técnicos y empresarios y representa un sitio de referencia también para las personas. Está disponible en español, inglés, italiano y griego.

La información de la que se dispone en la Comunidad On Line es, entre otras, la siguiente:

- Base de Datos de personas interesadas en las actividades relacionadas con el proyecto, con su descripción y contacto. Se llevan a cabo debates y discusiones sobre diferentes cuestiones críticas.

- BIBLIOTECA de artículos sobre diferentes temas, escritos por expertos internos y externos. En la biblioteca se pueden descargar de forma gratuita los Manuales del proyecto.

- Foro de la Comunidad On Line, espacio abierto de discusión, en el que se pueden debatir diversas cuestiones relacionadas con el cultivo del sorgo y realizar consultas a los participantes del proyecto.

- Sección para eventos donde se puede encontrar noticias, eventos, resultados, reuniones, cursos, etc.

Cualquier persona interesada en la producción de bioetanol de 1ª generación a partir de sorgo dulce puede visitar las dos páginas webs del proyecto que continuarán en activo una vez finalizado el proyecto. Los contactos en España son la Asociación para la Difusión del Aprovechamiento de la Biomasa en España (ADABE): <http://www.adabe.net/> y la Fundación CARTIF: <http://www.cartif.com/>